

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①1 DE 36 18 072 A 1

②1 Aktenzeichen: P 36 18 072.6  
②2 Anmeldetag: 29. 5. 86  
④3 Offenlegungstag: 3. 12. 87

⑤1 Int. Cl. 4:  
B 66 F 9/24  
B 66 B 1/28  
E 04 H 3/28  
// B 66 F 3/46

DE 3618072 A1

⑦1 Anmelder:

Gerb Elektronik GmbH, 1000 Berlin, DE

⑦4 Vertreter:

Müller-Börner, R., Dipl.-Ing., 1000 Berlin; Wey, H.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:

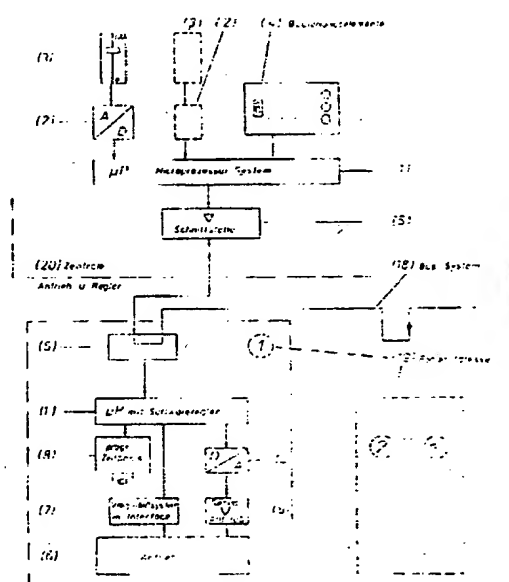
Zestermann, Mario, Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE

⑤4 Regelungssystem

Bei einem Regelungssystem für das Einzel- oder Gruppenverfahren von Theaterbühnen-Hubpodien mittels mikroprogrammgesteuerter Regler sind ein Leitsystem (20) mit Meisterreglern (3) zur Synchron- und/oder Asynchronregelung unabhängiger Antriebe (6) der einzelnen Hubpodien (25) und eine programmierbare, quarzgesteuerte Zeitbasis (8) vorgesehen, wobei die für den jeweiligen Bewegungsablauf erforderliche Sollwertberechnung zu jedem Zeitpunkt in den einzelnen Reglern unter Berücksichtigung der Zeitbasis entsprechend

$$s(t) = \int_0^t v(t) dt$$

erfolgt, wobei  $s(t)$  die zur Zeit  $t$  ermittelte Position (Sollwert) und  $v(t)$  die zur Zeit  $t$  vorgegebene Geschwindigkeit, berechnet aus den Kenndaten (Anfahrbeschleunigung, Fahrgeschwindigkeit und Bremsverzögerung), sind.



DE 3618072 A1

## Patentansprüche

1. Regelungssystem, um Theaterbühnen-Hubpodien einzeln oder in Gruppen zu verfahren, mittels mikroprogrammgesteuerter Regler, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Leitsystem (20) mit Meisterreglern (3) zur Synchron- und/oder Asynchronregelung unabhängiger Antriebe (6) der einzelnen Hubpodien (25) und eine programmierbare, quartzgesteuerte Zeitbasis (8) vorgesehen sind, wobei die für den jeweiligen Bewegungsablauf erforderliche Sollwertberechnung zu jedem Zeitpunkt in den einzelnen Reglern unter Berücksichtigung der Zeitbasis entsprechend

$$s(t) = \int_0^t v(t) dt$$

erfolgt, wobei  $s(t)$  die zur Zeit  $t$  ermittelte Position (Sollwert) und  $v(t)$  die zur Zeit  $t$  vorgegebene Geschwindigkeit, berechnet aus den Kenndaten (Anfahrbeschleunigung, Fahrgeschwindigkeit und Bremsverzögerung), sind.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Befehlsübergabe vom Leitsystem (20) an die Regler (19) für einen Bewegungsablauf die Kenndaten übertragen werden (Fig. 3).

3. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Zeitbasis (8) als digitale Schaltung eine Dehnung des Zeitmaßstabes zu jedem Zeitpunkt im Bereich 0,1% bis 100% ermöglicht.

4. System nach Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusammenwirken der programmierbaren Zeitbasen (8) und der zentralen Meisterregler (3), deren Positionen digitalisiert und als Faktoren übertragen werden, nach

$$s(t) = \int_0^t F(t) \cdot v(t) dt \quad (21)$$

eine Geschwindigkeitsanpassung im Bereich von 0,1% bis 100% der Standardgeschwindigkeit  $v(t)$  bewirkt (Fig. 3).

5. System nach Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß je nach Art der übermittelten Kenndaten beliebig viele Hubpodien (25) mittels ihrer Regler (19) von einer beliebigen Startposition (S1) zu einer beliebigen Zielposition (S2) in einer frei wählbaren Zeit oder mit frei wählbaren Geschwindigkeiten verfahrbar sind.

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Regelungssystem gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

In der ELIN-Zeitschrift 1973, S. 19 bis 22, beschreibt W. REISINGER eine "Digitale Gleichlaufregelung für fünf Hubpodien im Nationaltheater Bukarest", wodurch eine präzise Gleichlaufregelung von Gleichlaufantrieben ermöglicht werden soll. In der modernen Bühnentechnik genügt dies aber nicht, weil die Hubpodien einzeln oder in Gruppen gleichzeitig mit verschiedenen Geschwindigkeiten verfahren werden müssen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, bei einem Regelungssystem der gattungsgemäßen Art dafür zu sorgen, daß auch bei verschiedenen Ausgangspositionen der einzelnen Podien innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls die Podien gleichzeitig ihre Endposition erreichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den im Kennzeichen des Hauptanspruchs angegebenen Mitteln gelöst.

Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Es handelt sich also um die Regelung von mehreren Antrieben, die sowohl örtlich als auch mechanisch und elektrisch voneinander unabhängig sind. Notwendig zum Betrieb sind jeweils ein analoges oder digitales Wegmeßsystem und ein Servoantrieb. Bisher werden solche mehrkanaligen Regelungssysteme dadurch realisiert, daß die Meßwerte und Steuersignale aller Antriebe an ein zentrales Steuerungssystem übertragen werden, das die Regelung und die Überwachung durchführt. Mit zunehmender Entfernung zwischen den Antrieben untereinander und der Zentrale sowie bei höheren Anforderungen an die Genauigkeit und an die Fahrgeschwindigkeit ist dieses Verfahren nicht geeignet und zudem sehr störanfällig.

Da der Bewegungsablauf der verschiedenen Antriebe durch Sollwertberechnung und Zeitmessung auf rein digitaler Basis erfolgt, sind Toleranzen und Genauigkeiten allein durch die Qualität der Antriebe, nicht jedoch durch die Qualität der Daten und Signalübertragung bestimmt. Mit der Erfindung ist es ebenfalls möglich, verschiedene Antriebe aus verschiedenen Positionen zum gleichen Zeitpunkt einen gemeinsamen Zielpunkt erreichen zu lassen. Dazu wird bei Übertragung der Kenndaten anstelle der gewünschten Geschwindigkeit und des Zielpunktes die gewünschte Fahrzeit und der Zielpunkt angegeben. Kombinationen aus beiden genannten Betriebsarten sind ebenfalls möglich.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels des Erfindungsgegenstandes näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein Blockschaltbild des Regelungssystems;

Fig. 2 Einzelheiten der programmierbaren Zeitbasis;

Fig. 3 die Kennwerte für die Sollwertermittlung und

Fig. 4 eine schematische Darstellung des Hubpodienantriebs.

Die Erfindung verwendet störunanfällige digitale Datenübertragung in einem Bussystem (18). Jeder Antrieb verfügt über einen mikroprozessorgesteuerten Regler (Fig. 1), der ebenfalls die Sollwertermittlung im Fahrbetrieb durchführt. Dazu müssen vor Beginn der Regelung einige wenige Kenndaten über das digitale Bussystem (18) an jeden Regler übergeben werden (Fig. 3).

Jeder Regler verfügt über eine quartzgesteuerte programmierbare Zeitbasis (8) (Fig. 3), mit Hilfe derer jeweils die aktuelle Geschwindigkeit und Sollposition nach

$$s(t) = \int_0^t v(t) dt \quad (22)$$

berechnet wird.

Mit der Erfindung ist es möglich, mehrere Antriebe, die zu einer oder mehreren Gruppen zusammengefaßt werden, mittels zentraler Meisterregler (3) in ihrer Fahrgeschwindigkeit zu beeinflussen. Dazu wird die di-

gitalisierte Stellung des Meisterreglers (3) mit der Gruppenadresse auf dem Bussystem (18) übertragen und gleichzeitig von allen Antrieben dieser Gruppe empfangen. Der Empfang erfolgt in einem bevorzugt abgearbeiteten Interruptprogramm in dem Mikroprozessorsystem der Regler, so daß die Reaktionen auf Veränderungen der Fahrgeschwindigkeit quasi gleichzeitig erfolgen. Die Stellung der Meisterregler wird als Faktor interpretiert, der im Normalfall den Bereich 0,1% bis 100% annimmt.

Die Erfindung kann diesen Faktor dazu verwenden, um eine Zeitbasis (8) zu programmieren, die den Bewegungsablauf entsprechend den Faktor beeinflusst.

Die mathematische Grundlage der Erfindung geht von der Beziehung

$$s(t) = \int_0^t F(t) \cdot v(t) dt \quad (21)$$

aus, nach der die jeweilige Position  $s(t)$  als Wegsollwert berechnet wird.

Bei herkömmlichen Rechenmethoden müßte dieses Integral jeweils in Abhängigkeit vom aktuellen Geschwindigkeitsfaktor  $F(t)$  berechnet werden, während die Erfindung den Zeitmaßstab  $dt$  mit Hilfe einer Hardwarelösung verändert und somit keinerlei Rechenzeiten für Geschwindigkeitsänderungen benötigt. Berechnet wird jeweils nur das Integral (22) unter Ausnutzung von vorab kalkulierten Hilfsgrößen ( $s_1, s_2, s_3$  in Fig. 3).

Im Blockschaltbild der Fig. 1 ist dem Regler (19—1, 2...n) mit internen Schaltern eine Adresse 1 bis n zugeordnet. Mehrere Regler (19) können per Befehl von der Zentrale (20) einer Gruppe Meisterregler (3) zugeordnet werden. Der Regler besteht aus einem Mikroprozessorsystem (1), dessen Programm die Kommunikation, die Sollwertbestimmung und die Regelung durchführt.

Die Ergebnisse der berechneten Regelgrößen werden mittels eines Digital/Analog-Wandlers (10) in ein analoges Signal umgewandelt und an den Servoantrieb (9) ausgegeben. Der eigentliche Antrieb (6) verfügt über ein Wegmeßsystem (7) analoger oder inkrementaler Art, das über ein geeignetes Interface vom Mikroprozessor (1) gelesen werden kann.

Bedienungselemente (4) sind zur Eingabe der Kennzahlen für das Leitsystem bzw. die Zentrale (20) und den Reglerantrieb vorgesehen. Die Kommunikation mit der Zentrale (20) erfolgt über ein digitales Bussystem (18), das parallel oder — bei großen Entfernungen — serieller Art sein kann. In der Zentrale (20) befindet sich ebenfalls ein Mikroprozessor-System (1) mit einer Schnittstelle (5) und einer Reihe von Meisterreglern (3), die jeweils für eine Gruppe von Reglern (19) zuständig sind.

Mit diesen Meisterreglern (3) wird die Geschwindigkeitsbeeinflussung einer Gruppe von Hubpodien (25) bewirkt. Der Geschwindigkeitsfaktor wird vom Meisterregler gelesen, als digitales Steuerwort mittels D/A-Wandler (2) an die entsprechende Reglergruppe übermittelt und dort von der programmierbaren Zeitbasis (8) verarbeitet.

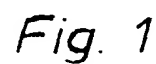
Die Funktion dieser programmierbaren Zeitbasis ergibt sich näher aus Fig. 2. Ein Vergleicher (13) vergleicht den übermittelten Faktor mit einem Zählerstand (12) und läßt nur in dem erlaubten Bereich Zählimpulse durch das Tor (15). Die vom Zeitgeber (11) erzeugten

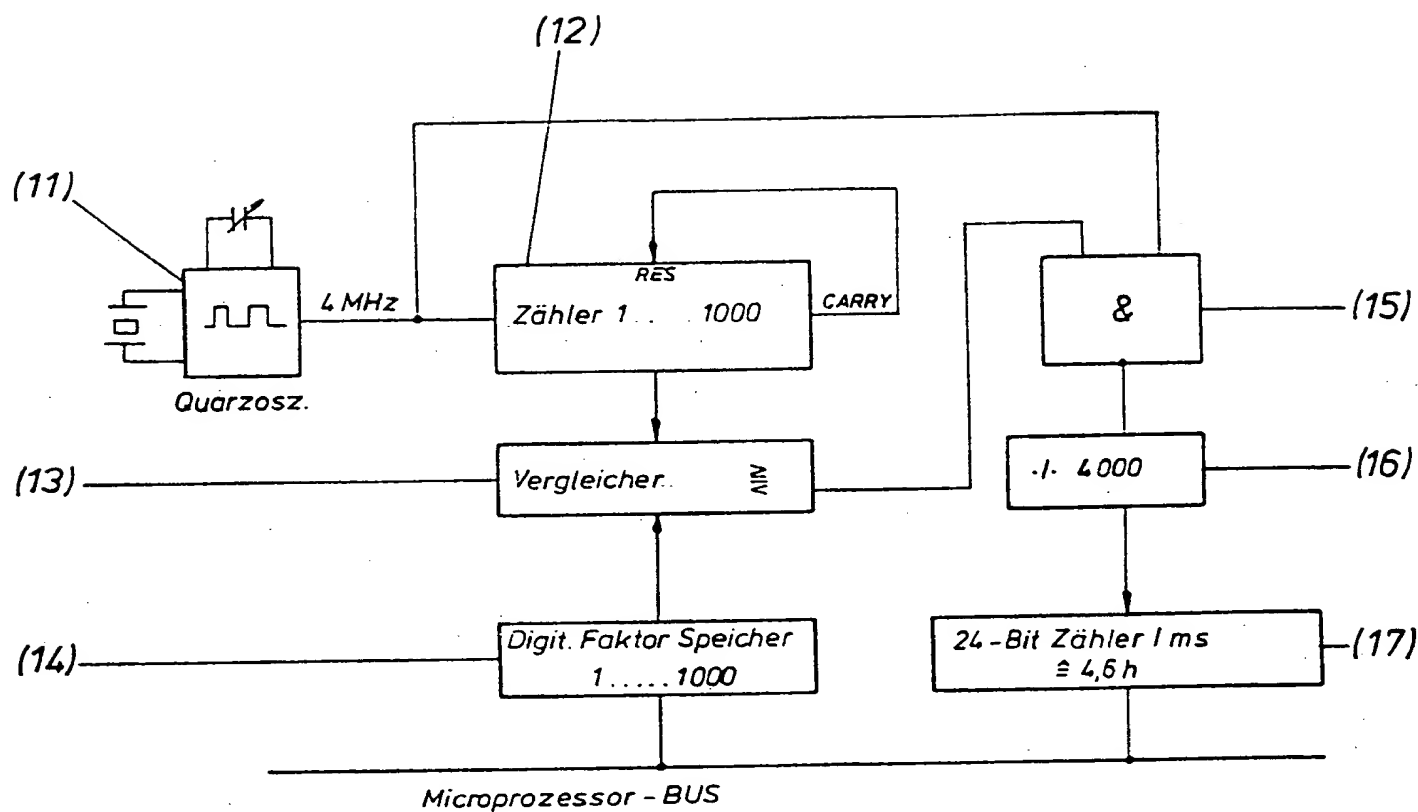
4 MHz-Impulse werden bei Einstellung des Faktors 1000 (= 100%) alle durchgelassen und in einer Teilerstufe (16) in Impulse von 1 ms Zeitdauer umgewandelt.

Diese Impulse werden im Zähler (17) gezählt und stehen dem Prozessor als relative Zeitwerte zur Ermittlung der aktuellen Position zur Verfügung. Steht der Faktor im Speicher (14) auf einem Wert zwischen 1 und 999 (0,1% bis 99,9%), so verlangsamt sich der relative Zeitablauf und damit die Geschwindigkeit des Antriebes. Die Formel (21) vereinfacht sich dadurch auf die Formel (22).

Die Formel (22) ermöglicht es dem Rechner, durch Bereitstellung von Teilintegralen (Flächen bis zum Teilweg  $s_1, s_2, s_3$ ) die Berechnung der aktuellen Geschwindigkeit und Position mit einigen wenigen Grundrechenarten durchzuführen. Dadurch wird die Sollwert-Ermittlung und eine anschließende Regelung sehr schnell. Mit Mikroprozessoren, die einen Zyklus von 1  $\mu$ s haben, erreicht man Abtast- und Rechenzeiten von 1 ms in jedem Antrieb.

- Leerseite -

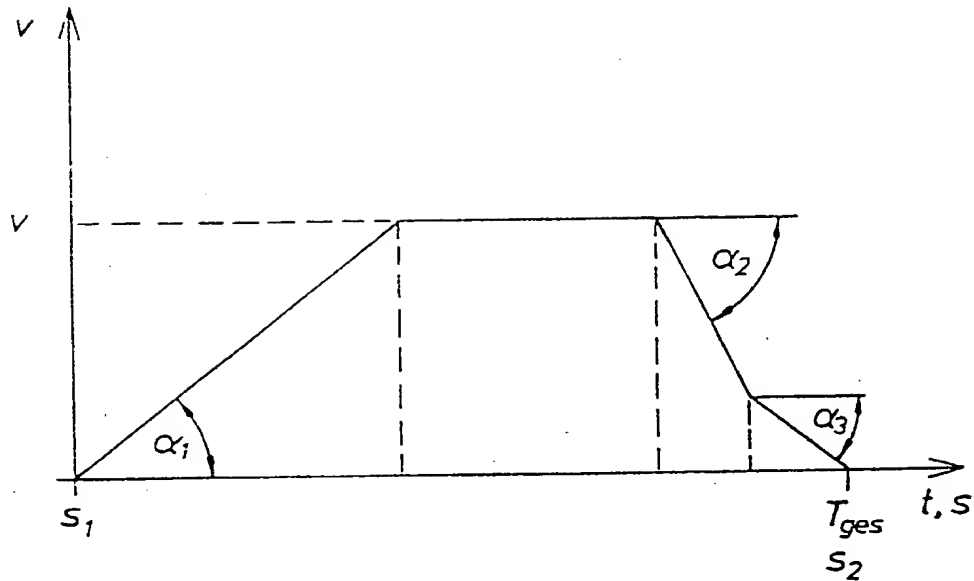




ORIGINAL INSPECTED

Fig. 2

3618072

Kenndaten :

$V$  = Fahrgeschwindigkeit  
 $\alpha_1$  = Anfahr-Beschleunigung  
 $\alpha_2$  = Brems-Verzögerung Phase 1  
 $\alpha_3$  = Brems-Verzögerung Phase 2

T ges. = Fahrzeit

S1 = Startposition

S2 = Zielposition

Faktor

 $F = 1,000 \dots 0,001 \hat{=} 100 \dots 0,1\%$ 

$$\begin{aligned}
 (21) \quad S(\tau) &= \int_0^\tau F(t) \cdot V(t) dt = \text{Aktuelle Position mit variablem Faktor} \\
 (22) \quad S(t) &= \int_0^t V(t) \cdot dt = \text{Aktuelle Position mit Zeitbasis}
 \end{aligned}$$

FIG. 3

GERB ELEKTRONIK GMBH

3618072

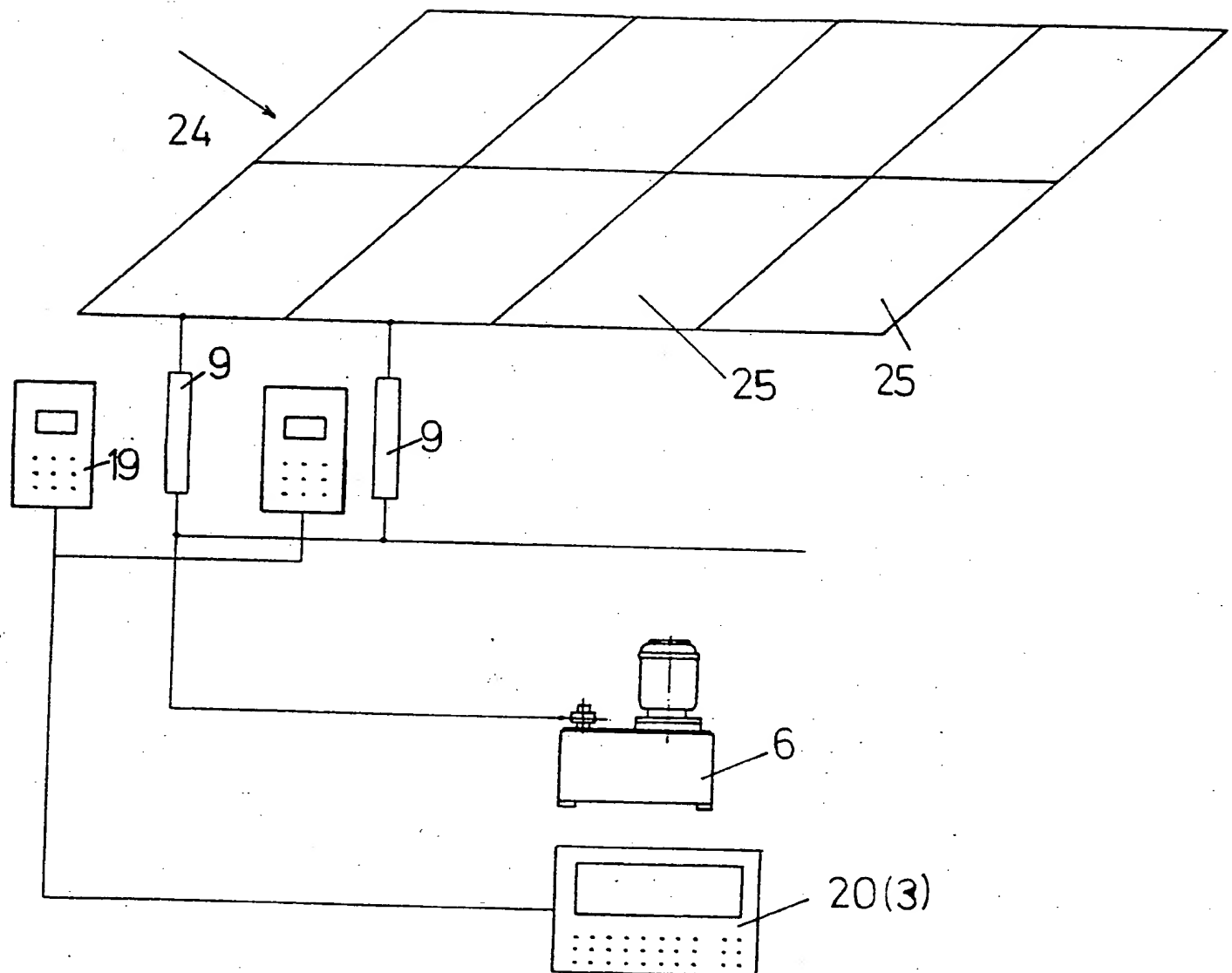


FIG. 4